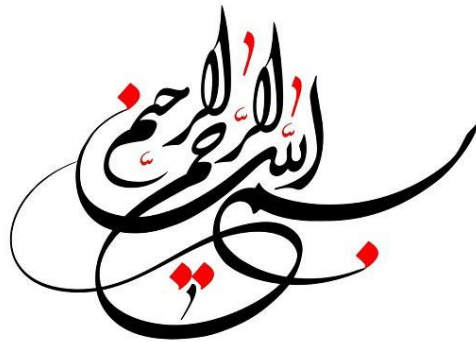
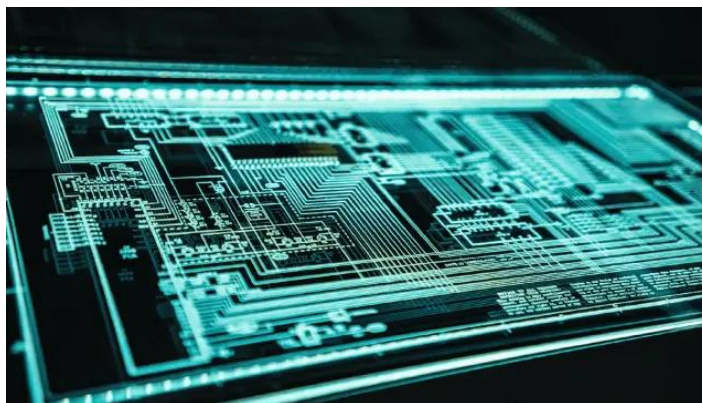




مدارات منطقی



مرکز تربیت مربی فنی و حرفه‌ای

خرداد ۱۴۰۵

قاسم صیاد

مرکز تربیت مربی فنی و حرفه ای

سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور

رعایت اصول اخلاقی و مسئولیت صحت و دقت محتوا برعهده نویسنده / نویسندگان می باشد.

مقدمه

مدار منطقی: (Logic Circuit) در واقع زبان پایه و زیربنای تمام سیستم‌های دیجیتال است. اگر بخواهیم به زبان ساده بگوییم، مدار منطقی مجموعه‌ای از قطعات است که تصمیم می‌گیرند بر اساس ورودی‌هایی که دریافت می‌کنند، چه خروجی‌ای تولید کنند؛ درست مثل مغز انسان که با دریافت اطلاعات (ورودی)، تصمیم می‌گیرد (پردازش) و سپس یک حرکت یا پاسخ (خروجی) می‌دهد.

در دنیای دیجیتال، ما فقط با دو حالت سر و کار داریم:

۱. (یا خاموش و روشن، یا ولتاژ کم و ولتاژ زیاد). این همان چیزی است که به آن سیستم دودویی یا باینری می‌گوییم.

در ادامه، کلیات این مبحث را به چهار بخش اصلی تقسیم کرده‌ام:

۱. گیت‌های منطقی (Logic Gates): بلوک‌های سازنده

گیت‌های منطقی، کوچک‌ترین واحدهای سازنده مدار هستند. هر گیت یک تابع منطقی خاص دارد. مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

- الف- گیت AND (و): فقط زمانی خروجی ۱ می‌دهد که همه ورودی‌هایش ۱ باشند. (مثل شرط: اگر هم باران بیاید و چتر داشته باشم، خیس نمی‌شوم).
- ب- گیت OR (یا): اگر حداقل یکی از ورودی‌ها ۱ باشد، خروجی ۱ می‌شود.
- ج- گیت NOT (نقیض): ورودی را معکوس می‌کند. اگر ۱ بدهید، ۰ می‌دهد و بالعکس.
- د- گیت‌های ترکیبی دیگر: مثل NAND (معکوس AND)، NOR (معکوس OR) و XOR (یا انحصاری - که فقط وقتی ورودی‌ها با هم متفاوت باشند خروجی ۱ می‌دهد).

انواع مدارات منطقی:

مدارها بر اساس نحوه برخورد با «زمان» و «حافظه» به دو دسته اصلی تقسیم می‌شوند:

الف- مدارهای ترکیبی (Combinational Circuits):

در این مدارها، خروجی فقط و فقط به ورودی‌های لحظه‌ای بستگی دارد. یعنی مدار هیچ "حافظه‌ای" ندارد. اگر ورودی تغییر کند، خروجی بلافاصله تغییر می‌کند.

مثال‌ها: جمع‌کننده‌ها (Adders)، مقایسه‌گرها، رمزگذارها (Encoders) و رمزگشاها (Decoders).

ب_ مدارهای ترتیبی (Sequential Circuits):

این مدارها بسیار هوشمندتر هستند؛ چون خروجی آن‌ها هم به ورودی‌های فعلی و هم به وضعیت قبلی (حافظه) بستگی دارد. در واقع این مدارها می‌توانند وضعیت قبلی خود را "به یاد بیاورند".

مثال‌ها: فلیپ‌فلاپ‌ها (Flip-flops)، شمارنده‌ها (Counters) و رجیسترها. این‌ها همان هسته اصلی حافظه‌های کامپیوتر هستند.

۳. ابزارهای تحلیل و طراحی

برای اینکه بفهمیم یک مدار پیچیده چه کاری انجام می‌دهد یا چگونه باید آن را طراحی کرد، از سه ابزار استفاده می‌کنیم:

۱_ جداول truth Table (جدول صحت): لیستی که تمام حالت‌های ممکن ورودی و خروجی مربوط به هر کدام را نشان می‌دهد.

۲_ جبر بول (Boolean Algebra): یک سیستم ریاضی برای ساده‌سازی معادلات منطقی. با استفاده از قوانین جبر بول، می‌توان مدار را از نظر تعداد قطعات ساده‌تر و ارزان‌تر کرد.

۳_ نمودارهای کارنو (Karnaugh Maps یا K-Map): یک روش گرافیکی و بصری برای ساده‌سازی معادلات منطقی که بسیار سریع‌تر و کم‌خطاتر از جبر بول است.

۴. سلسله مراتب (از گیت تا پردازنده)

برای درک بهتر، نگاه کنید که چگونه از کوچک به بزرگ حرکت می‌کنیم:

گیت‌های منطقی $\rightarrow$ ترکیب آن‌ها می‌سازد مدارهای کوچک (مثل یک جمع‌کننده)

$\rightarrow$ ترکیب آن‌ها می‌سازد واحدهای محاسباتی (مثل ALU در CPU)

ترکیب آن‌ها در نهایت یک پردازنده (Microprocessor) را می‌سازد که تمام کامپیوتر یا گوشی شما را کنترل می‌کند.

خلاصه کلام:

اگر الکترونیک صنعتی را "بدن و عضلات" یک ماشین بدانیم، مدار منطقی همان "ساختار منطقی و تفکر" آن است که تعیین می‌کند با هر سیگنال، چه اتفاقی بیفتد. من پیشنهاد می‌کنم وارد یکی از هیجان‌انگیزترین و کاربردی‌ترین نقاط تلاقی این دو حوزه یعنی الکترونیک صنعتی و مدار منطقی بشویم.

من می‌خواهم درباره «بخش کنترل (Control Section) و پیوند آن با منطق دیجیتال» برایتان صحبت کنم. چرا؟ چون در صنعت، قطعات قدرت (مثل موتورهای غول‌پیکر) بدون بخش کنترل، تنها آهن‌پاره‌هایی هستند که یا اصلاً حرکت نمی‌کنند یا به شکلی خطرناک و بدون نظم می‌چرخند.

بیا باید این بخش را به سه لایه تقسیم کنیم تا دقیق متوجه شوید در یک سیستم صنعتی چه می‌گذرد:

۱. لایه تصمیم‌گیرنده (The Brain - منطق دیجیتال)

در این لایه، (مدار منطقی) نقش اصلی را دارد. اما در مقیاس بسیار بزرگ.

– (کنترل‌گر منطقی برنامه‌پذیر) PLC: قلب تپنده اکثر کارخانه‌هاست. PLC در واقع یک کامپیوتر صنعتی بسیار مقاوم است که درون آن هزاران مدار منطقی و میکروکنترلر قرار دارد. برنامه‌نویسی PLC در واقع همان نوشتن دستورات منطقی است (اگر سنسور فشار زیاد شد AND دکمه استپ زده شد، THEN شیر برقی را ببند).

– میکروکنترلرها: در دستگاه‌های کوچک‌تر، یک تراشه کوچک تمام منطق‌ها را در خود جای داده است.

۲. لایه واسطه یا درایور (The Translator - مدیریت سیگنال)

این لایه بسیار حیاتی است. مشکل اینجاست که بخش کنترل (مغز) با ولتاژهای بسیار کم (مثلاً ۵ ولت یا

۳.۳ ولت) کار می‌کند، اما بخش قدرت (عضلات) نیاز به صدها ولت دارد.

– ایزولاسیون (Isolation): برای اینکه نویزهای شدید بخش قدرت، مغز (کنترلر) را نسوزاند، از قطعاتی مثل اپتوکوپلرها استفاده می‌کنیم. این قطعات سیگنال را از طریق «نور» منتقل می‌کنند تا هیچ اتصال الکتریکی مستقیمی بین بخش حساس و بخش پر قدرت وجود نداشته باشد.

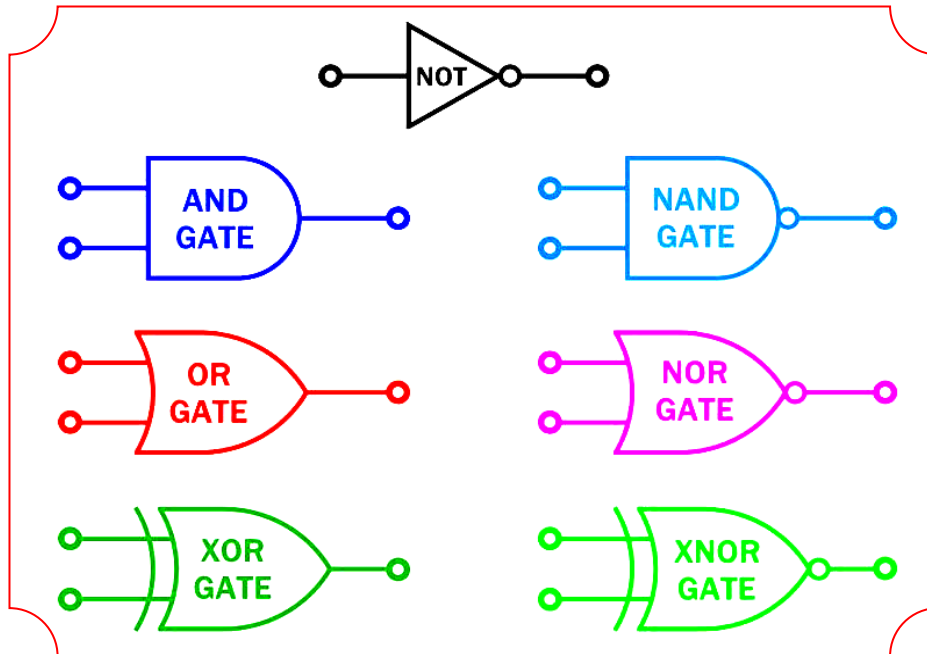
- درایورهای گیت (Gate Drivers): این‌ها قطعاتی هستند که سیگنال ضعیف منطقی (یک صفر و یک ساده) را تقویت می‌کنند تا بتوانند یک ترانزیستور قدرت بزرگ (مثل IGBT) را روشن یا خاموش کنند.

۳. لایه اجرا (The Muscle - قطعات قدرت)

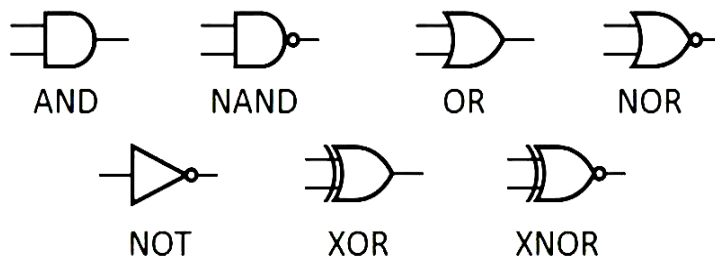
در نهایت، دستور منطقی پردازش شده، به این بخش می‌رسد تا کار عملی انجام شود.

- اینورترها (Inverters): اگر بخواهید سرعت یک موتور را کنترل کنید، اینورتر با استفاده از تکنیک‌های پیشرفته (مثل PWM که از منطق دیجیتال می‌آید)، ولتاژ را مدام قطع و وصل می‌کند تا یک موج شبیه به سینوسی بسازد و سرعت موتور را دقیق تنظیم کند.

معرفی نماد و ساختمان قطعات مدارهای منطقی



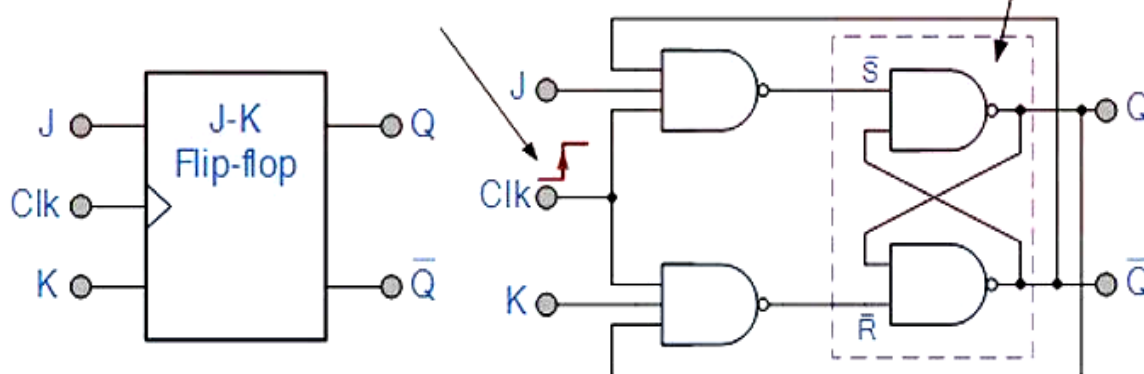
گیت منطقی چیست؟



معرفی نماد و ساختمان قطعات مدارهای منطقی

تغییر وضعیت در لبه بالا رونده

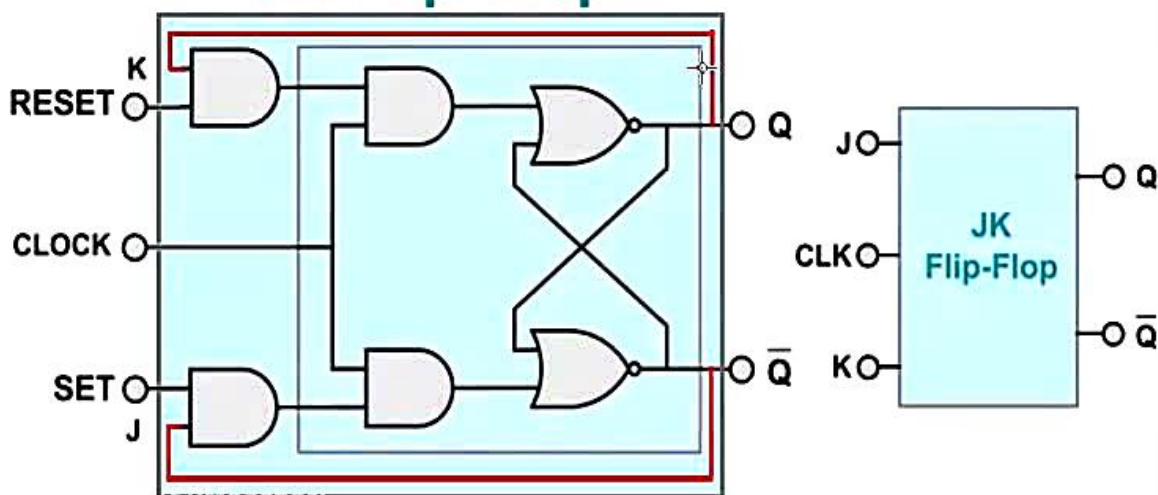
فلپ فلاپ SR



نماد فلپ فلاپ JK

مدار فلپ فلاپ JK

JK Flip-Flop



منابع:

ویکی پدیا و اینترنت

ITC

مرکز تربیت مربی و حرفه‌ای

بهار ۱۴۰۵